·论著·

川东北儿童非细菌性呼吸道病原体流行病学研究

罗京[1，2]，付强[1*]，刘娟[3]，况建华[4]，周娟[2]，罗艳青[2]

1.434020 湖北省荆州市，长江大学附属荆州医院儿科
2.636000 四川省巴中市中心医院儿科
3.637000 四川省南充市中心医院儿科
4.638500 四川省广安市人民医院儿科
*通信作者：付强，副主任医师，硕士生导师；E-mail：fuqiang@yangtzeu.edu.cn

【摘要】 **背景** 自COVID-19疫情解封后，来自疾控监测及儿科临床的数据均提示儿童呼吸道感染流行情况较既往有所变化，区域性流行情况的统计对于儿童呼吸道感染疾病诊治具有指向性意义，川东北地区目前尚较少见儿童呼吸道病原体流行病学的大样本分析。**目的** 了解疫情解封后四川省东北3个地区（巴中、南充、广安）儿童13种呼吸道非细菌性病原体的流行情况，为临床儿童呼吸道感染的预防与治疗提供依据。**方法** 回顾性分析2022-12-07—2024-06-30在巴中市中心医院、南充市中心医院、广安市人民医院住院的15 772例急性呼吸道感染患儿的病原体样本，其中男8 707例（55.2%）、女7 065例（44.8%）；按年龄段分为4组：婴儿组（<1岁）3 938例、幼儿组（1~<3岁）6 434例、学龄前期组（3~<6岁）3 231例、学龄期组（6~14岁）2 169例；按发病季节分为：春季（3~5月）5 423例、夏季（6~8月）2 594例、秋季（9~11月）3 121例、冬季（12月~次年2月）4 634例。采用多重反转录聚合酶链反应技术检测包括甲型流感病毒、甲型流感病毒HINl病毒、甲型流感病毒H3N2病毒、乙型流感病毒、副流感病毒、肺炎支原体、衣原体、偏肺病毒、呼吸道合胞病毒、腺病毒、鼻病毒、博卡病毒和冠状病毒共13种非细菌性病原体。调查总样本病原体的检出情况，并比较各病原体在不同地区、不同性别、不同年龄组及不同季节间阳性检出率。**结果** 15 772例呼吸道样本中检出病原体阳性11 618例，检出率为73.66%；混合感染3 632例，占23.03%。总检出率前5位的病原体分别为鼻病毒（24.5%）、呼吸道合胞病毒（16.4%）、肺炎支原体（13.8%）、甲型流感病毒（9.4%）、副流感病毒（8.9%）。巴中地区、南充地区、广安地区样本病原体总检出率分别为80.9%、73.7%、75.3%；3个地区样本病原体总检出率比较，差异有统计学意义（χ^2=101.119，P<0.001）。男童样本病原体总检出率（72.1%）低于女童（75.6%）（χ^2=24.539，P<0.001）；13种病原体中除冠状病毒外，不同性别间其余病原体检出率比较差异均无统计学意义（P>0.05）。婴儿组、幼儿组、学龄前期组、学龄期组样本病原体总检出率比较，差异有统计学意义（χ^2=174.613，P<0.001）；13种病原体中除冠状病毒外，不同年龄组其余病原体检出率比较差异均有统计学意义（P<0.05）。春、夏、秋、冬季样本病原体总检出率比较，差异有统计学意义（χ^2=364.584，P<0.001），其中冬季样本病原体总检出率最高（80.0%），春季样本病原体总检出率最低（72.3%）。**结论** 在COVID-19疫情解封后的18个月内，川东北3个地区儿童急性呼吸道感染的主要病原体为鼻病毒、呼吸道合胞病毒、肺炎支原体、甲型流感病毒和副流感病毒，且各地区流行情况不同。13种病原体中除冠状病毒外，不同性别间其余病原体检出率无差异，但年龄和季节分组间存在差异；COVID-19对其他病原体的流行产生一定影响。

【关键词】 呼吸道感染；呼吸道病原体；流行病学；儿童；呼吸道合胞病毒；川东北

【中图分类号】 R 373.1 R 18 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0590

Epidemiologic Study of Nonbacterial Respiratory Pathogens in Children in Northeast Sichuan Province

LUO Jing[1，2]，FU Qiang[1]，LIU Juan[3]，KUANG Jianhua[4]，ZHOU Juan[2]，LUO Yanqing[2]*

1. Department of Pediatrics，Jingzhou Hospital Affiliated to Yangtze University，Jingzhou 434020，China

基金项目：湖北省儿科医疗联盟科研基金（HPAMRP202409）

引用本文：罗京，付强，刘娟，等. 川东北儿童非细菌性呼吸道病原体流行病学研究［J］. 中国全科医学，2025. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0590.［Epub ahead of print］.［www.chinagp.net］

LUO J，FU Q，LIU J，et al. Epidemiologic study of nonbacterial respiratory pathogens in children in Northeast Sichuan Province［J］. Chinese General Practice，2025.［Epub ahead of print］.



2．Department of Pediatrics，Bazhong Central Hospital，Bazhong 636000，China
3．Department of Pediatrics，Nanchong Central Hospital，Nanchong 637000，China
4．Department of Pediatrics，Guang´an People´s Hospital，Guang´an 638500，China
*Corresponding author：FU Qiang，Associate Professor；E-mail：fuqiang@yangtzeu.edu.cn

【Abstract】 **Background** Since the end of the large-scale epidemic of the COVID-19 epidemic，data from CDC surveillance and paediatric clinics suggest that the prevalence of respiratory infections in children has changed compared with the past，that regional prevalence statistics are of directional significance for the diagnosis and treatment of respiratory infections in children，and that large sample analyses of the epidemiology of children's respiratory pathogens in the northeast region of Sichuan Province are still rare. **Objective** The objective of this study is to ascertain the prevalence of 13 respiratory non-bacterial pathogens in children in three areas of northeastern Sichuan Province（Bazhong，Nanchong and Guang'an）following the outbreak，with a view to providing a basis for the prevention and treatment of respiratory infections in clinical children. **Methods** A retrospective analysis of pathogen samples from 15 772 children diagnosed with acute respiratory tract infections and hospitalised in Bazhong Central Hospital，Nanchong Central Hospital and Guang'an People's Hospital between 7 December 2022 and 30 June 2024 was conducted. Of these，8 707（55.2%）were male and 7 065（44.8%）were female. The subjects were divided into four groups according to their age groups：infant group（<1 year old），3 938 cases；toddler group（1~<3 years old），6 434 cases；preschool group（3~<6 years old），3 231 cases；and school-age group（6~14 years old），2 169 cases. The onset of the disease was categorised according to the season，with 15 772 cases divided as follows：5 423 cases in the spring（March to May），2 594 cases in the summer（June to August），3 121 cases in the autumn（September to November）and 4 634 cases in the winter（December to February）. A total of 13 non-bacterial pathogens，including influenza A virus，influenza A virus H1N1，influenza A virus H3N2，influenza B virus，parainfluenza virus，Mycoplasma pneumoniae，chlamydia，parapneumovirus，respiratory syncytial virus，adenovirus，rhinovirus，bocavirus and coronavirus，were detected using the multiplex reverse transcription polymerase chain reaction technique. The subsequent investigation focused on the detection of pathogens in the total sample，with the positive detection rate of each pathogen being compared among different regions，genders，age groups and seasons. **Results** Of the 15，772 respiratory samples，11，618（73.66%）were positive for pathogens，while 3，632（23.03%）were identified as mixed infections. The most prevalent pathogens identified were rhinovirus（24.5%），respiratory syncytial virus（16.4%），Mycoplasma pneumoniae（13.8%），influenza A virus（9.4%）and parainfluenza virus（8.9%）. The total detection rates of pathogens in samples from the Bazhong，Nanchong and Guang'an regions were 80.9%，73.7%，and 75.3%，respectively. The difference in the total detection rates of pathogens in samples from the three regions was statistically significant when comparing the rates of pathogens in samples from the three regions（χ^2=101.119，P<0.001）. The total detection rate of pathogens in samples from boys（72.1%）was lower than that of girls（75.6%）（χ^2=24.539，P<0.001）. However，among the 13 pathogens，except for coronavirus，the differences in the detection rates were not statistically significant when compared among different genders（P>0.05）. A statistically significant difference was observed when the total detection rates of pathogens in samples from the infant，toddler，preschool and school-age groups were compared（χ^2=174.613，P<0.001）. Among the 13 pathogens，with the exception of coronavirus，statistically significant differences were identified when the detection rates of the remaining pathogens were compared among different age groups（P<0.05）. Furthermore，a comparison of the total detection rates of pathogens in samples collected during different seasons（spring，summer，autumn and winter）revealed a statistically significant difference（χ^2=364.584，P<0.001）. Notably，the winter samples exhibited the highest total detection rate of pathogens（80.0%），while the spring samples exhibited the lowest（72.3%）. **Conclusion** In the 18 months after the COVID-19 outbreak was unsealed，the main pathogens of acute respiratory infections in children in the three regions of northeast Sichuan were rhinovirus，respiratory syncytial virus，Mycoplasma pneumoniae，influenza A virus and parainfluenza virus，and the epidemiology varied by region. Among the 13 pathogens，except for coronaviruses，there was no difference in the detection rate among different genders but there were differences between age and seasonal subgroups. COVID-19 had some impact on the prevalence of other pathogens.

【Key words】 Respiratory tract infections；Respiratory pathogens；Epidemiology；Child；Respiratory syncytial viruses；Northeast Sichuan

急性呼吸道感染（acute respiratory tract infection，ARTI）是儿科最为常见的疾病，也是导致全球范围内儿童住院和死亡的主要原因之一[1]，其主要致病病原体为病毒类[2]，其次为细菌性[3]，给社会和家庭带

来沉重的医疗负担，在2019年全球疾病负担报告中显示，下呼吸道感染是儿童负担的第二大原因[4]。呼吸道病原体的流行情况，除病原体本身的基本传染指数（basic reproduction number，R_0）强弱外[5]，其流行性情况还受地理、气候、人口分布、经济等诸多因素影响。COVID-19大流行结束至今，非COVID-19呼吸道病原体的流行情况也有所变化[6]，在儿童群体中的具体流行特征受诸多学者们的研究和关注。本研究对川东北3个地区包括巴中市中心医院、南充市中心医院、广安市人民医院共15 772例住院患儿呼吸道病原体检测标本进行统计，并对患儿资料进行回顾性分析。旨在了解COVID-19疫情结束后川东北地区的儿童呼吸道疾病的病原学构成及其流行特征，为临床进行针对性的防控、儿童季节性呼吸道感染的监测提供参考和依据。并可为中国西部亚热带温润季风气候区域的儿童流行病学调查提供样本。

1 资料与方法

1.1 研究对象与标准

1.1.1 回顾性分析2022-12-07—2024-06-30在巴中市中心医院、南充市中心医院、广安市人民医院住院的15 772例急性呼吸道感染患儿的呼吸道样本，其中男8 707例（55.2%）、女7 065例（44.8%），年龄范围28 d~14岁，平均年龄（3.08±2.95）岁。样本按年龄段分为4组：婴儿组（<1岁）3 938例、幼儿组（1~<3岁）6 434例、学龄前期组（3~<6岁）3 231例、学龄期组（6~14岁）2 169例。按发病季节分为：春季（3~5月）5 423例、夏季（6~8月）2 594例、秋季（9~11月）3 121例、冬季（12月~次年2月）4 634例。本研究已获伦理委员会批准。

1.1.2 纳入标准：（1）ARTI诊断标准参考《诸福棠实用儿科学（第9版）》[7]；（2）年龄1个月~14岁；（3）入院时进行了病原体检测；（4）病历资料齐全。

1.1.3 排除标准：（1）非感染性住院原因，例如支气管异物、哮喘急性发作、支气管发育不良等；（2）医院内获得性感染的病例。

1.2 标本采集与检测方法

1.2.1 使用宁波海尔施基因科技提取试剂盒，从咽峡部分泌物中提取病原体样本，检测包括甲型流感病毒、甲型流感病毒HIN1病毒、甲型流感病毒H3N2病毒、乙型流感病毒、副流感病毒、肺炎支原体、衣原体、偏肺病毒、呼吸道合胞病毒、腺病毒、鼻病毒、博卡病毒和冠状病毒在内的13种非细菌性病原体的DNA和RNA总量。

1.2.2 3个地区统一检测流程：使用一次性植绒拭子规范化采集咽拭子，存于含3 mL细胞保存液的容器内进行转运。应用多重反转录（RT）-聚合酶链式扩增（PCR）结合毛细电泳技术检测13种非细菌病原体，设计特异性引物针对病原体保守序列，单管RT-PCR扩增扩后，电泳分离扩增产物得结果。同时通过对样本中人RNA和DNA进行检测，对样本质量进行动态的对比性监控。

1.2.3 试剂盒内自带RT-PCR内参，以监控整个检测流程，包括核酸提取、RT-PCR和毛细电泳等检测过程。

1.3 相关定义及标准

1.3.1 检出率计算公式：检出率=阳性结果样本量/总样本量×100%。

1.3.2 流行、爆发的定义：流行（Epidemic）指疾病在人群中的分布和传播模式，用以描述传染病在不同地理区域、不同人群或不同时间段的传播状况；爆发（Outbreak）指在公共卫生领域中被定义为传染病的病例在特定时间内、特定地区或特定人群中出现的异常增加[8]。

1.3.3 R_0常用来描述病毒传播能力的参数，指在完全易感人群中1个阳性患者平均能传播的病例数。不同病毒的R_0有所差异，R_0越大即病毒传播能力越强，$R_0>1$即表明该病原体具备传染性，1个阳性患者就能够引起病原体的流行[9]。其计算依赖于传染病的传播机制和计算模型，不同学者在不同的研究中会采用不同的公式[10]。

1.4 统计学方法

应用SPSS Statistic 27.0统计学软件处理数据。通过构建分析数据库对呼吸道病原体的检出基本情况，以及不同性别、年龄组和各季度的检出情况进行研究比较。计数资料用率表示，各组阳性率比较采用χ^2检验。以$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病原体总体检出情况

15 772例呼吸道样本中检出病原体阳性11 618例，检出率为73.66%；单一感染7 986例，占总样本的50.63%；混合感染3 632例，占23.03%。检出率前五位的病原体分别为鼻病毒（24.5%）、呼吸道合胞病毒（16.4%）、肺炎支原体（13.8%）、甲型流感病毒（9.4%）、副流感病毒（8.9%）。样本中检出鼻病毒阳性例数最多（3 861例），而检出衣原体阳性例数最少（150例），见表1。

2.2 各地区样本病原体检出情况

巴中地区、南充地区、广安地区样本病原体总检出率分别为80.9%、73.7%、75.3%；3个地区样本病原体总检出率比较，差异有统计学意义（$\chi^2=101.119$，$P<0.05$）。3个地区样本除甲流H1N1、博卡病毒、冠状病毒检出率比较，差异无统计学意义外（$P>0.05$），

其余样本检出率比较差异均有统计学意义（$P<0.05$），见表 2。

2.2.1 巴中地区：巴中地区共检测 5 919 例样本，检出率前 3 位的病原体分别为鼻病毒（26.5%）、肺炎支原体（17.4%）、呼吸道合胞病毒（15.1%）。鼻病毒全年均有较高的检出率，尤其在 2024 年 5 月达到 53.9%。甲型流感病毒在 2023 年 2—4 月和 2023 年 12 月—2024 年 3 月期间有爆发流行，2023 年 3 月检出率高达 71.1%。肺炎支原体自 2022 年 12 月开始检出，2023 年 7—8 月检出率最高，达到 40.8%，之后逐渐下降。呼吸道合胞病毒在 2023 年 9 月—2024 年 3 月期间检出率较高，最高达 31.5%，见表 2、图 1。

2.2.2 南充地区：南充地区共送检 8 466 例样本，检出率前 3 位的病原体分别为鼻病毒（22.0%）、呼吸道合胞病毒（18.3%）、肺炎支原体（12.0%）。鼻病毒自 2023 年 4 月起检出率上升，持续保持高检出率，10 月份达到 30.7%。呼吸道合胞病毒在 2023 年 4 月检出率显著，为 36%，之后散发流行，冬季再次升高，2023 年 11 月—2024 年 2 月达到 31.4%。偏肺病毒在 2023 年 11 月检出率达 18.7%，高于其他地区。肺炎支原体从 2023 年 11 月—2024 年 4 月流行趋势上升，流行时间较巴中滞后，见表 2、图 2。

2.2.3 广安地区：广安地区共送检 1 387 例样本，检出率前 3 位的病原体分别为鼻病毒（31.2%）、腺病毒（11.7%）、呼吸道合胞病毒（9.9%）。鼻病毒全年检出率较高，尤其在 2023 年 9—10 月达到峰值 40.5%。副流感病毒主要在 2023 年 7—8 月和 2024 年 4—5 月流行。腺病毒检出率在 2023 年 12 月显著增加至 18.3%。肺炎支原体检出率在 2.9% 至 18.8% 之间波动，2024 年 1 月达到最高。呼吸道合胞病毒在冬春季流行较为显著，见表 2、图 3。

2.3 不同性别样本病原体检出率比较

在 15 772 例样本中，男童样本病原体检出率为 72.1%，女童样本病原体检出率为 75.6%；总体上，男童样本病原体检出率低于女童，差异有统计学意义（$P<0.05$）。13 种病原体中，男童样本冠状病毒检出率高于女童，差异有统计学意义（$P<0.05$）；不同性别样本其余病原体检出率比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$），见表 3。

2.4 不同年龄组样本病原体检出率比较

在 15 772 例样本中，婴儿组、幼儿组、学龄前期组、学龄期组样本病原体总检出率分别为 69.3%、80.0%、79.2%、75.3%；4 组样本病原体总检出率比较，婴儿组最低（69.3%）且与其他三组相比，差异均有统计学意义（$P<0.05$），幼儿期组（80.0%）和学龄前期组（79.2%）相对较高，与学龄期组（75.3%）比较差异有统计学意

表 1 3 个地区样本病原体总体检出情况

Table 1 Overall detection of pathogens in samples from 3 regions

项目	甲型流感病毒	甲型流感病毒 HINl 病毒	甲型流感病毒 H3N2 病毒	副流感病毒	偏肺病毒	肺炎支原体	呼吸道合胞病毒	腺病毒	鼻病毒	博卡病毒	衣原体	乙型流感病毒	冠状病毒
阳性例数	1 478	654	670	1 405	1 360	2 177	2 579	767	3 861	236	150	601	260
检出率（%）	9.4	4.1	4.2	8.9	8.6	13.8	16.4	4.9	24.5	1.5	1.0	3.8	1.6

注：因混合感染情况，故合计阳性例数大于总样本数。

表 2 各地区样本 13 种病原体检出情况［例（%）］

Table 2 Detection of 13 pathogens in samples by region

地区	例数	总检出率	甲型流感病毒	甲型流感病毒 HINl 病毒	甲型流感病毒 H3N2 病毒	副流感病毒	偏肺病毒	肺炎支原体
巴中地区	5 919	4 786（80.9）	696（11.8）	244（4.1）	395（6.7）	630（9.0）	498（8.4）	1 027（17.4）
南充地区	8 466	6 238（73.7）	699（8.3）	362（4.3）	246（2.9）	739（8.7）	787（9.3）	1 013（12.0）
广安地区	8 466	1 044（75.3）	83（6.0）	48（3.5）	29（2.1）	136（9.8）	75（5.4）	137（9.9）
χ^2 值		101.119	70.849	2.007	138.969	14.917	23.398	104.839
P 值		<0.001	<0.001	0.367	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

地区	呼吸道合胞病毒	腺病毒	鼻病毒	博卡病毒	衣原体	乙型流感病毒	冠状病毒
巴中地区	893（15.1）	283（4.8）	1 566（26.5）	132（1.0）	59（0.7）	283（4.8）	98（1.7）
南充地区	1 548（18.3）	322（3.8）	1 862（22.0）	133（1.6）	64（0.8）	267（3.2）	139（1.6）
广安地区	138（9.9）	162（11.7）	433（31.2）	26（1.9）	27（1.9）	51（3.7）	23（1.7）
χ^2 值	71.617	159.941	74.887	8.364	18.146	25.245	0.005
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	0.015	<0.001	<0.001	0.998

注：含混合感染重叠结果。

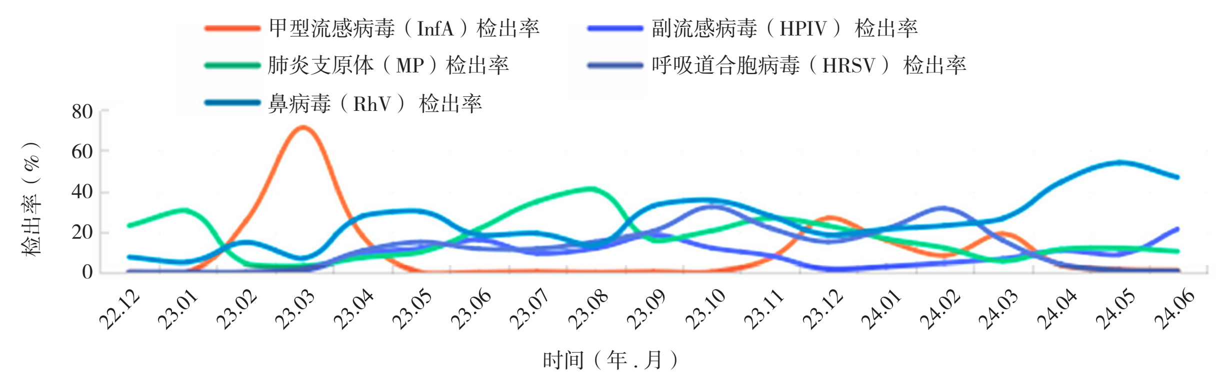


图 1 巴中地区前 5 位病毒每月检出率

Figure 1 Monthly detection rate（%）of the top five viruses in Bazhong

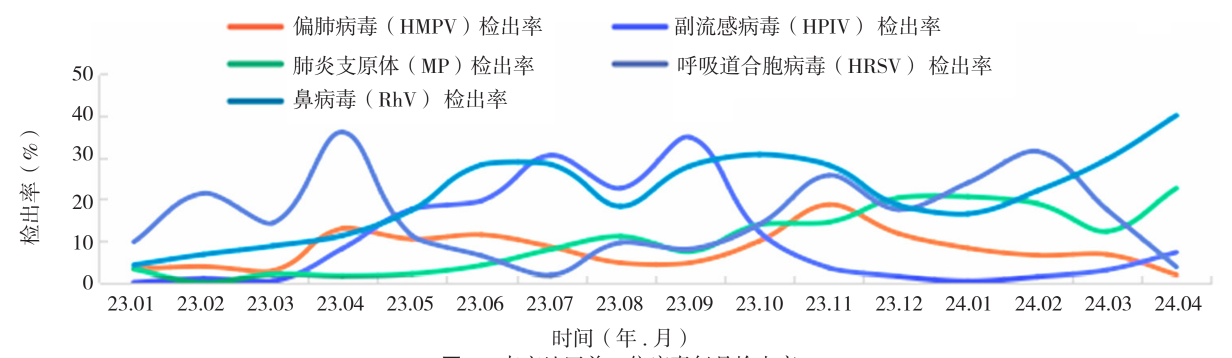


图 2 南充地区前 5 位病毒每月检出率

Figure 2 Monthly detection rate of the top five viruses in Nanchong

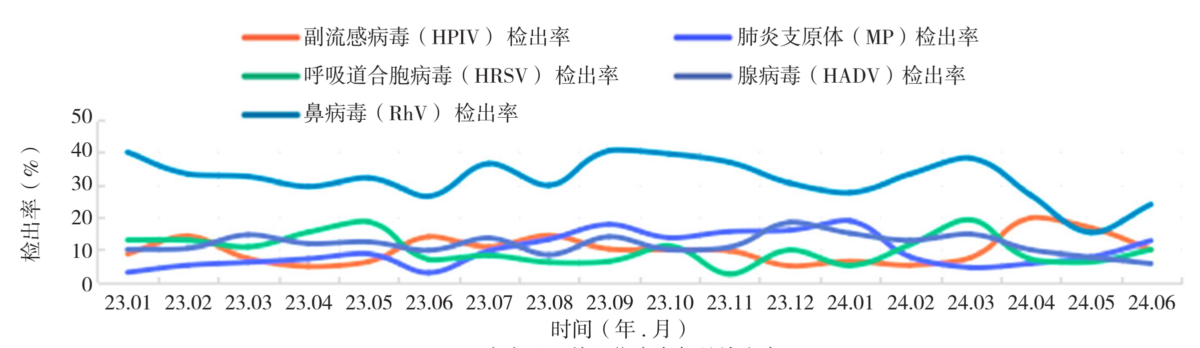


图 3 广安地区前 5 位病毒每月检出率

Figure 3 Monthly detection rate of the top five viruses in Guang'an

表 3 不同性别样本病原体检出率比较［例（%）］

Table 3 Comparison of pathogen detection rates in samples of different genders

性别	例数	总检出率	甲型流感病毒	甲型流感病毒 HINl 病毒	甲型流感病毒 H3N2 病毒	副流感病毒	偏肺病毒	肺炎支原体
男	8 707	6 278（72.1）	839（9.6）	377（4.3）	364（4.2）	795（9.1）	772（8.9）	1 179（13.6）
女	7 065	5 340（75.6）	639（9.0）	277（3.9）	306（4.3）	610（8.6）	588（8.3）	998（14.1）
χ^2 值		24.539	1.606	1.642	0.218	1.185	1.463	1.122
P 值		<0.001	0.205	0.200	0.641	0.276	0.226	0.289

性别	呼吸道合胞病毒	腺病毒	鼻病毒	博卡病毒	衣原体	乙型流感病毒	冠状病毒
男	1 421（16.3）	411（4.7）	2 162（24.8）	126（1.5）	77（0.9）	336（3.9）	165（1.9）
女	1 158（16.4）	356（5.0）	1 699（24.0）	110（1.6）	73（1.0）	265（3.6）	95（1.3）
χ^2 值	0.014	0.856	1.292	0.319	0.918	0.124	7.287
P 值	0.905	0.355	0.256	0.572	0.338	0.724	0.007

表 4 不同年龄组样本病原体检出率比较［例（%）］

Table 4 Comparison of pathogen detection rates in samples from different age groups

年龄组	例数	总检出率	甲型流感病毒	甲型流感病毒 HINI 病毒	甲型流感病毒 H3N2 病毒	副流感病毒	偏肺病毒	肺炎支原体
婴儿组	3 938	2 727（69.3）	236（6.0）	109（2.8）	105（2.7）	402（10.2）	292（7.4）	114（2.9）
幼儿组	6 434	5 148（80.0）[a]	611（9.5）[a]	253（3.9）	305（4.7）[a]	708（11.0）	704（10.9）[a]	565（8.8）[a]
学龄前期组	3 231	2 560（79.2）[a]	385（11.9）[ab]	169（5.2）[a]	165（5.1）[a]	218（6.8）[ab]	259（8.0）[b]	820（25.4）[ab]
学龄期组	2 169	1 633（75.3）[abc]	246（11.3）[ab]	123（5.7）[a]	95（4.4）[a]	77（3.6）[abc]	105（4.8）[abc]	678（31.3）[abc]
χ^2 值		174.613	87.588	41.806	34.007	138.366	92.088	1 149.587
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

年龄组	呼吸道合胞病毒	腺病毒	鼻病毒	博卡病毒	衣原体	乙型流感病毒	冠状病毒
婴儿组	1 031（26.2）	71（1.8）	893（22.7）	39（1.0）	31（0.8）	98（2.5）	65（1.6）
幼儿组	1 208（18.8）[a]	422（6.6）[a]	1 729（26.9）[a]	176（2.7）[a]	17（0.3）[a]	178（2.7）	112（1.7）
学龄前期组	219（6.8）[ab]	187（5.8）[a]	814（25.2）[a]	12（0.4）[ab]	18（0.6）[b]	175（5.4）[ab]	59（1.8）
学龄期组	121（5.6）[ab]	87（4.0）[abc]	425（19.6）[abc]	9（0.4）[ab]	84（3.9）[abc]	150（6.9）[abc]	24（1.1）
χ^2 值	706.329	129.074	55.750	118.815	235.217	117.691	4.896
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.180

注：[a] 表示与婴儿组比较 P<0.05，[b] 表示与幼儿组比较 P<0.05，[c] 表示与学龄前期组比较 P<0.05。

义（P<0.05）。13 种病原体中，不同年龄组样本冠状病毒检出率比较，差异无统计学意义（P>0.05）；不同年龄组儿童其余病原体检出率比较，差异均有统计学意义（P<0.05）。其中，呼吸道合胞病毒在婴儿组检出率最高（26.2%），博卡病毒在幼儿组检出率最高（2.7%），与其他三组比较，差异均有统计学意义（P<0.05）；副流感病毒（3.6%）、偏肺病毒（4.8%）、鼻病毒（19.6%）在学龄期组中检出率最低，而肺炎支原体（31.3%）、衣原体（3.9%）、乙型流感病毒（6.9%）在学龄期组中检出率最高，且与其他三组相比，差异均有统计学意义（P<0.05），见表 4。

婴儿组检出率前 3 位的病原体分别为呼吸道合胞病毒（26.2%）、鼻病毒（22.7%）、副流感病毒（10.2%），幼儿组检出率前 3 位的病原体分别为鼻病毒（26.9%）、呼吸道合胞病毒（18.8%）、副流感病毒（11.0%），学龄前期组检出率前 3 位的病原体分别为肺炎支原体（25.4%）、鼻病毒（25.2%）、甲型流感病毒（11.9%），学龄期组检出率前 3 位的病原体分别为肺炎支原体（31.3%）、鼻病毒（19.6%）、甲型流感病毒（11.3%），见表 4。

2.5 不同季节样本病原体检出率比较

春季样本病原体检出率最低（72.3%），与其他三季比较，差异有统计学意义（P<0.05）；秋冬季节检出率较高，分别为 79.7%、80.0%；在混合感染检出率比较中，冬季样本病原体混合感染检出率最高（27.3%），与其他三季比较，差异有统计学意义（P<0.05）。不同季节甲型流感病毒、副流感病毒、肺炎支原体、呼吸道合胞病毒、腺病毒、鼻病毒、博卡病毒、衣原体、乙型流感病毒、冠状病毒比较，差异有统计学意义（P<0.05）；不同季节甲流 H1N1、甲流 H3N2、偏肺病毒比较，差异无统计学意义（P>0.05），见表 5。

甲型流感病毒在春冬季节检出率相对增高，副流感病毒在夏季检出率最高（12.4%），乙型流感病毒在冬季检出率最高（5.9%），腺病毒在秋季检出率最低（1.3%），与其他三季比较，差异均有统计学意义（P<0.05）。鼻病毒在春秋季节检出率高于夏冬，呼吸道合胞病毒在秋冬季节增高。博卡病毒、甲型流感病毒、冠状病毒虽有季节差异，但全年检出率较低，偏肺病毒无季节性差异，但检出率高于甲型流感病毒 HINI 病毒、甲型流感病毒 H3N2 病毒以及衣原体。春、夏、秋季均以鼻病毒检出率最高，分别为 16.0%、13.8%、16.3%；而冬季呼吸道合胞病毒检出率最高（15.3%），见表 5。

2.6 病原体传染特性及社会背景

部分样本常见呼吸道病原体的 R0 值见表 6[11-17]。四川盆地东北部的川东北片区包括南充、达州、广安、巴中和广元 5 市，面积 64 067.78 km^2，人口 1 907 万人，气候类型属亚热带温润季风气候，四季温差偏大，本研究统计的样本区域为巴中、南充、广安，3 个地区由北向南相继毗邻，包含人口、区内生产总值（gross domestic product，GDP）、气候、地理在内的背景情况见表 7。

3 讨论

本研究结果显示病原体在不同地区间流行时空存在差异。检出共 11 618 例阳性样本，检出率为 73.66%（11 618/15 772），多重感染检出率为 23.03%（3 632/15 772），均高于 COVID-19 疫情期间其他地区[18-19]。栾明春等[20]的研究显示，2022 年 10 月以来病原体检出

表5 不同季节样本病原体检出率比较［例（%）］

Table 5 Comparison of pathogen detection rates in samples from different seasons［cases（%）］

季节	例数	总检出率	甲型流感病毒	甲型流感病毒HINl病毒	甲型流感病毒H3N2病毒	副流感病毒	偏肺病毒	肺炎支原体
春季	5 423	3 901（72.3）	52（1.0）	0	3（0.1）	312（5.8）	288（5.4）	252（4.7）
夏季	2 594	1 570（75.3）[a]	2（0.1）[a]	0	0	317（12.4）[a]	160（6.3）	311（12.2）[a]
秋季	3 121	2 464（79.7）[ab]	8（0.3）[a]	1（0.03）	0	232（7.6）[b]	183（6.0）	302（9.7）[a]
冬季	4 634	3 683（80.0）[ab]	43（0.9）[bc]	0	1（0.02）	57（1.2）[abc]	232（5.1）	504（11.0）[a]
χ^2值		364.584	33.366	3.444	2.129	396.494	6.284	180.505
P值		<0.001	<0.001	0.362	0.580	<0.001	0.099	<0.001

季节	呼吸道合胞病毒	腺病毒	鼻病毒	博卡病毒	衣原体	乙型流感病毒	冠状病毒	混合感染
春季	607（11.3）	164（3.0）	861（16.0）	10（0.2）	41（0.8）	45（0.8）	35（0.6）	1 231（22.8）
夏季	148（5.9）[a]	62（2.4）	354（13.8）[a]	58（2.2）[a]	14（0.5）[a]	6（0.2）[a]	40（1.5）[a]	458（17.7）[a]
秋季	441（14.3）[b]	42（1.3）[ab]	506（16.3）[b]	17（0.5）[ab]	5（0.2）[ab]	37（1.2）[ab]	18（0.6）[b]	671（21.6）[b]
冬季	707（15.3）[ab]	102（2.2）[ac]	463（10.1）[abc]	6（0.1）[bc]	29（0.6）[c]	267（5.9）[abc]	13（0.3）[abc]	1 259（27.3）[abc]
χ^2值	154.532	24.964	90.149	155.254	12.976	384.425	40.352	93.074
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	<0.001

注：[a]表示与春季组比较P<0.05，[b]表示与夏季组比较P<0.05，[c]表示与秋季组比较P<0.05。

表6 常见病原体R_0值

Table 6 R_0 values of common pathogens

病原体	肺炎支原体[11]	腺病毒[12]	流感病毒[13]	副流感病毒[14]	鼻病毒[14]	偏肺病毒[15]	呼吸道合胞病毒[16]	冠状病毒[17]
R_0	3.3	2.3~5.1	1.0~21.0	2.3~2.7	0.5~8.0	1.1~1.4	0.9~21.9	0.5~8.0

表7 3个地区的社会背景情况

Table 7 Overview of social conditions in the three regions

地区	2023年常住人口（万人）	2023年GDP（亿元）	经度（东经）	纬度（北纬）	气候类型	平均温度（℃）	面积（万km²）
南充	551.1	2734.76	105°37′~106°58′	30°35′~31°51′	亚热带温润季风气候	17.1	1.25
广安	322.6	1512.50	105°56′~107°19′	30°01′~30°52′		17.3	6.34
巴中	262.9	780.28	106°21′~107°45′	31°15′~32°45′		17.1	1.24

注：GDP=生产总值；数据来源于四川省统计局、各市统计局2023年度国民经济和社会发展统计公报，以及各市政府门户网站的城市概览数据。

种类增加，本结果与之相符。不同性别间除冠状病毒外，其他12种病原体检出率无统计学差异，与魏菁菁的研究一致[21]。3个地区的病原体检出率与上海和合肥有差异[18-19]，且3个地区间流行情况不同。巴中甲型流感病毒在2023年3月爆发，肺炎支原体在2023年7—8月达高峰；南充偏肺病毒检出率高，肺炎支原体流行时间滞后；广安鼻病毒检出率高，腺病毒检出率亦高。

本研究提示各类呼吸道病原体在不同年龄段患儿中的检出率存在差异。不同年龄段患儿病原体总检出率高低为：幼儿组＞学龄前期组＞学龄期组＞婴儿组。甲型流感病毒、甲型流感病毒HINl病毒、衣原体及乙型流感病毒在学龄期组检出率较高；偏肺病毒、副流感病毒、腺病毒、鼻病毒、博卡病毒在幼儿期组检出率高于其他组；而肺炎支原体在学龄前期和学龄期中检出率较高，与年龄增长呈正相关。副流感病毒、呼吸道合胞病毒在婴幼儿组检出率高于年长儿童，与陆颖枫[6]在疫情期间的发现一致，而近年来国外报道显示幼儿至学龄期儿童呼吸道合胞病毒检出率有所增长[22]。这些差异表明不同病原体可能具有不同的年龄易感性，同时提示要提高对小婴儿感染防控的关注度。

此外，呼吸道病原体的流行受地域和温差影响，流行季节也有差异。本研究中除甲型流感病毒HINl病毒、甲型流感病毒H3N2病毒、偏肺病毒、衣原体外，其他9种病原体季节间检出率有统计学差异，混合感染样本也显示出季节性差异，冬季病原体检测率最高。副流感病毒夏季检出率最高，腺病毒春季最高、秋季最低；鼻病毒各季节检出率均高；呼吸道合胞病毒秋冬季节检出率增高；肺炎支原体自春季起检出率上升，持续保持高位；博卡病毒、甲型流感病毒、冠状病毒全年检出率低，偏肺病毒无季节性差异，但检出率高于甲型流感病毒HINl病毒、甲型流感病毒H3N2病毒及衣原体。这与COVID-19流行前冬春季高、夏季低的模式不同[23]，

可能与人群流动性、病原体活跃性、病原体特异性（如流感病毒 R_0 值高、流行期短）和流行背景性有关，导致川东北 3 个地区甲型流感病毒、偏肺病毒、腺病毒流行情况不同，或肺炎支原体流行时空不一致的结果。

川东北 3 个地区在流行病学上有 3 个共同特征：（1）鼻病毒全年高流行；（2）肺炎支原体检出率较 COVID-19 疫情期间增高[24]，并出现和全国范围一致的大流行情况[25]；（3）不同病原体在不同时空均有流行高峰。可能原因包括：首先，疫情解封后，公众对非药物干预措施（non-pharmacological interventions，NPIs）的依从性降低[26]，外科口罩对非包膜病毒如鼻病毒的防护效果可能有限，导致鼻病毒检出率高；其次，COVID-19 疫情期间中国南方地区流感病毒活跃水平明显减弱[27]；甚至在 2020 年 COVID 初期，FluA、FluB 的检出率接近于零，全球多个地区报道了此现象[28]；疫情稳定后防控措施放宽导致人群聚集性增加；除此之外，包括肺炎支原体在内的常见病原体在疫情解封后恰遇流行波峰年份，以及疫情期间因免疫空白导致易感人群的积累，都为肺炎支原体及其他病毒的流行提供了各种易感条件。

本研究也反应在传染链中除传染源和易感人群外，传播途径受多种因素影响。南充样本量最大，与人口和 GDP 水平相符；广安人口和 GDP 次之，但因靠近医疗发达的重庆，人口流动性大，样本量最低；巴中虽 GDP 最低，但样本量高于广安，可能与地理位置和交通限制有关。这显示了病原体传播和流行病演变受地理、经济、人口、气候等多因素影响的熵态特性。

综上所述，在 COVID-19 疫情解封后的 18 个月内，川东北地区儿童 ARTI 仍较为流行，各病原体流行情况在不同地区有差异，性别间无差异，在不同年龄和季节间均存在差异。其流行特征较 COVID-19 疫情期间有所变化，阳性检出率高于疫情期间，并且季节高峰不一致；COVID-19 疫情后其他类呼吸道病原体会出现不同程度的反弹现象[6]。COVID-19 的全球大流行对其他呼吸道病原体的流行造成了一定程度上的影响。本研究样本来自川东北 3 个地区 3 家大型医院儿童群体样本，具代表性，使用统一检测方法，减少了样本偏倚，其结果可作为川东北儿童呼吸道疾病防控参考，并可为中国西部亚热带温润季风气候区域的儿童流行病学调查提供样本。本研究的局限性在于样本仅限于非细菌性病原体，未将细菌性病原体如痰培养、支气管肺泡灌洗液培养的结果纳入其中，无法进一步了解细菌性病原体流行情况；且未进一步调整样本量与各区域人口比例的匹配性，可能会导致统计功效不足；希冀更多的学者对相关数据进行多中心的、持续性统计研究，更为全面的分析该区域的儿童呼吸道感染的流行病学情况，为儿童呼吸道感染的防治提供精准参考。

作者贡献：罗京提出主要研究目标，负责研究的构思与设计，研究的实施，撰写论文；刘娟、况建华进行数据的收集与整理；周娟、罗艳青进行统计学处理，图、表的绘制与展示；付强进行论文的修订、文章的质量控制与审查、监督管理。

本文无利益冲突。

罗京 https://orcid.org/0000-0001-8721-1844

付强 https://orcid.org/0009-0004-1072-1730

参考文献

[1] ZHANG N R，WANG L L，DENG X Q，et al. Recent advances in the detection of respiratory virus infection in humans [J]. J Med Virol，2020，92（4）：408-417. DOI：10.1002/jmv.25674.

[2] MANNA S，MCAULEY J，JACOBSON J，et al. Synergism and antagonism of bacterial-viral coinfection in the upper respiratory tract [J]. mSphere，2022，7（1）：e0098421. DOI：10.1128/msphere.00984-21.

[3] 黄小燕，东建亭，曾宪錾. 儿童社区获得性肺炎病例病原谱分析 [J]. 分子诊断与治疗杂志，2023，15（1）：14-17. DOI：10.19930/j.cnki.jmdt.2023.01.019.

[4] 2019 DISEASES AND INJURIES COLLABORATORS G B D. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories，1990-2019：a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. Lancet，2020，396（10258）：1204-1222. DOI：10.1016/S0140-6736(20)30925-9.

[5] GUPTA S D. Principles of epidemiology [M] //Healthcare System Management. Singapore：Springer Nature Singapore，2022：47-83. DOI：10.1007/978-981-19-3076-8_3.

[6] 陆颖枫，田健美，张涛，等. 新型冠状病毒感染疫情前及流行期苏州地区≤ 14 岁住院儿童 5 种下呼吸道常见病原体感染情况分析 [J]. 中国公共卫生，2023，39（12）：1553-1562. DOI：10.11847/zgggws1142313.

[7] 王天有，申昆玲，沈颖. 诸福棠实用儿科学 [M]. 9 版. 北京：人民卫生出版社，2022：1196-1203.

[8] HOUSER R S. The role of public health emergency management in biodefense：a COVID-19 case study [J]. Disaster Med Public Health Prep，2023，17：e185. DOI：10.1017/dmp.2022.113.

[9] LEUNG N H L. Transmissibility and transmission of respiratory viruses [J]. Nat Rev Microbiol，2021，19（8）：528-545. DOI：10.1038/s41579-021-00535-6.

[10] 王雪梨. 媒体影响下传染病动力学建模的分析与应用 [D]. 西安：西安理工大学，2024. DOI：10.27398/d.cnki.gxalu.2024.000629.

[11] XU L，LU R R，WANG C L，et al. Evaluating the effectiveness of different intervention measures for an outbreak of mycoplasma pneumoniae in Hangzhou based on a dynamic model [J]. Sci Rep，2025，15：1136. DOI：10.1038/s41598-025-85503-3.

[12] LEUNG N H L. Transmissibility and transmission of respiratory viruses [J]. Nat Rev Microbiol，2021，19（8）：528-545. DOI：10.1038/s41579-021-00535-6.

[13] CILLONIZ C，LUNA C M，HURTADO J C，et al. Respiratory viruses：their importance and lessons learned from COVID-19 [J]. Eur Respir Rev，2022，31（166）：220051. DOI：10.1183/16000617.0051-2022.
[14] WANG C C，PRATHER K A，SZNITMAN J，et al. Airborne transmission of respiratory viruses[J]. Science，2021，373（6558）：eabd9149. DOI：10.1126/science.abd9149.
[15] HACKER K，KUAN G，VYDISWARAN N，et al. Pediatric burden and seasonality of human metapneumovirus over 5 years in Managua，Nicaragua [J]. Influenza Other Respir Viruses，2022，16（6）：1112-1121. DOI：10.1111/irv.13034.
[16] DALLAGIACOMA G，ARTHUR RHEDIN S，ODONE A，et al. A comparative analysis of non-pharmaceutical interventions for preventing the respiratory syncytial virus in 30 European countries [J]. Acta Paediatr，2024，113（6）：1388-1395. DOI：10.1111/apa.17199.
[17] PETERSEN E，KOOPMANS M，GO U，et al. Comparing SARS-CoV-2 with SARS-CoV and influenza pandemics [J]. Lancet Infect Dis，2020，20（9）：e238-244. DOI：10.1016/S1473-3099（20）30484-9.
[18] 吴静，石玉如，刘婷，等. 3 643 例合肥地区住院儿童 13 种呼吸道病原体的流行病学分析 [J]. 标记免疫分析与临床，2024，31（2）：232-236. DOI：10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2024.02.008.
[19] 袁洋，张露，李竹雲，等. 2019—2023 年上海市浦东新区 12 岁以下儿童急性呼吸道感染的检测情况分析 [J]. 上海预防医学，2024，36（4）：342-347. DOI：10.19428/j.cnki.sjpm.2024.23526.
[20] 栾明春，郎兴莹，王越，等. 大连地区 2022—2023 年冬春季呼吸道感染病原谱分析[J]. 中国微生态学杂志，2024，36（1）：56-60. DOI：10.13381/j.cnki.cjm.202401008.
[21] 魏菁菁，丁进亚，王冬梅，等. 3545 例武汉地区急性呼吸道感染患者 7 种常见呼吸道病毒的流行病学分析 [J]. 检验医学与临床，2022，19（1）：105-108. DOI：10.3969/j.issn.1672-9455.2022.01.028.
[22] FOURGEAUD J，TOUBIANA J，CHAPPUY H，et al. Impact of public health measures on the post-COVID-19 respiratory syncytial virus epidemics in France [J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis，2021，40（11）：2389-2395. DOI：10.1007/s10096-021-04323-1.
[23] 娜仁，张嘉懿，司萍，等. 18252 例儿童急性呼吸道感染常见非细菌病原体的流行特征分析 [J]. 中国妇幼保健，2019，34（15）：3490-3492. DOI：10.7620/zgfybj.j.issn.1001-4411.2019.15.32.
[24] 仇冬梅，申飞飞，沈丽媛，等. 2019—2022 年住院儿童肺炎支原体感染流行病学分析 [J]. 公共卫生与预防医学，2024，35（4）：83-86. DOI：10.3969/j.issn.1006-2483.2024.04.020.
[25] 赵顺英，刘瀚旻，陆权，等. 儿童肺炎支原体肺炎诊治的专家释疑（2023 年 11 月）[J]. 中华儿科杂志，2024，62（2）：108-113. DOI：10.3760/cma.j.cn112140-20231120-00382.
[26] 中国医药教育协会儿科专业委员会，中华医学会儿科学分会呼吸学组哮喘协作组，中国医师协会呼吸医师分会儿科呼吸工作委员会，等. 儿童呼吸道病毒感染的非药物干预专家共识 [J]. 中华实用儿科临床杂志，2023，38（6）：413-420. DOI：10.3760/cma.j.cn101070-20230424-00327.
[27] 韦佩兰. 急性呼吸道感染儿童病原微生物组学分析及季节性冠状病毒系统进化研究 [D]. 广州：广州医科大学，2023. DOI：10.27043/d.cnki.ggzyc.2023.000252.
[28] COHEN R，ASHMAN M，TAHA M K，et al. Pediatric Infectious Disease Group（GPIP）position paper on the immune debt of the COVID-19 pandemic in childhood，how can we fill the immunity gap? [J]. Infect Dis Now，2021，51（5）：418-423. DOI：10.1016/j.idnow.2021.05.004.

（收稿日期：2024-12-23；修回日期：2025-03-07）
（本文编辑：康艳辉）